

6

(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.⁵

(11) 공개번호 특1998-024115

H01L 21/027

(43) 공개일자 1998년 07월 06일

(21) 출원번호 특1997-036091

(22) 출원일자 1997년 07월 30일

(30) 우선권주장 96-269418 1996년 09월 19일 일본(JP)

(71) 출원인 니콘(주) 요시다 쇼이치로

(72) 발명자 일본 도쿄도 지요다구 마루노우치 3-2-3
미야미 쓰네오

일본 도쿄도 지요다구 마루노우치 3-2-3 니콘(주)내

미야미 유지

(74) 대리인 일본 도쿄도 지요다구 마루노우치 3-2-3 니콘(주)내
이병호, 최달용

심사청구 : 없음

(54) 투영 노광 방법 및 투영 노광 장치

요약

노광 영역의 형상 변경에 좌우되는 일 없이, 항상 적절한 초점위치 맞춤을 행하여 고정밀도의 노광을 행한다.

감광 기관(℥)상의 노광 영역을 설정하는 가변시야 조리개(45A, 45B)의 설정정보에 근거하여, 노광 영역의 중심이 투영광학계(PL)의 초점과 일치하도록 초점 조정이 행해진다. 이 때문에, 가변시야 조리개(45A, 45B)를 사용하여 투영광학계(PL)의 노광 기능 영역내에서 노광 가능 영역이 있는 일부만을 노광 영역으로서 설정하고, 이 부분만 노광을 행하는 경우라도, 설정 노광 영역에 대하여 정확하게 초점을 맞춤 상태에서 노광이 행하여지는 것에서, 해상력의 향상을 도모할 수 있고, 이것에 의해, 노광 영역의 형상 변경에 좌우되는 일없이, 항상 적절한 초점 위치 맞춤을 행하여 고정밀도인 노광을 행하는 것이 가능하게 된다.

도표도

도1

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 일실시형태와 관계되는 투영 노광 장치의 개략 구성을 나타내는 도면.

도 2는 도 1의 투영 노광 장치를 구성하는 투영 광학계의 베스트 포커스면을 검출하는 TTL 방식의 제 2초점 검출계의 구성을 나타내는 도면.

도 3은 도 1의 기준마크판(FM) 상면에 형성된 회절격자마크를 나타내는 도면.

도 4는 교정 신호의 신호 레벨 특성을 나타내는 도면으로서, (A)는 발광 마크가 레티클의 패턴면내의 크롬 부분에 역투영되었을 때의 신호 레벨을 나타내는 도면, (B)는 패턴면내의 글라스부분(투명부분)에 역투영되었을 때의 신호 레벨을 나타내는 도면.

도 5는 도 1의 투영 노광 장치에서 초점위치 검출신호의 캘리브레이션을 행하는 경우의, 주제어장치의 제어알고리즘을 나타내는 흐름도.

도 6은 상기 캘리브레이션시에, 주제어장치의 내부 메모리내에 기억되는 신호를 나타내는 도면으로서, (A)는 캘리브레이션 신호를 나타내는 파형도, (B)는 초점위치 검출신호를 나타내는 파형도.

도 7은 도 1의 가동 블라인더로 설정된 노광 영역의 초점 위치 맞춤시의 동작을 설명하기 위한 도면.

도 8은 노광시에 리얼타임으로 투영 광학계(PL)의 상면만곡 데이터의 계측을 하는 방법을 포함하는, 노광시퀀스를 나타내는 흐름도.

도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명

10:투영 노광 장치12X:스테이지

18:기판 테이블21:구동장치

27:미동거울30:제 2초점 검출계

31:간섭계40:조명 광학계

42:수광 광학계44:주제어장치

45A, 45B:가동블라인더96:메모리

EL:노광광R:레티클

PL:투영 광학계W:웨이퍼

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 투영 노광 방법 및 투영 노광 장치에 관한 것으로, 더욱 자세하게는 노광광에 의해 패턴이 형성된 마스크를 조명하고, 해당 마스크에 형성된 패턴의 상을 투영 광학계를 통해 감광 기판상에 노광하는 투영 노광 방법 및 이 노광방법이 적용되는 투영 노광 장치에 관한 것이다. 본 발명은 시야 조리개에 의해 규정되는 감광 기판상의 노광 영역의 형상의 여하에 관계되지 않고, 그 노광 영역의 중심에서 초점 위치 맞춤을 행하는 점에 특징을 가지는 것이다.

자외선 등의 노광광을 이용하여 마스터 패턴을 투영 광학계를 통해 스테이지상의 감광 기판에 전사하는 투영 노광 장치인 반도체 집적회로의 제조를 비롯한 여러 가지의 정밀 가공 분야에서 실용화되어 있다. 이들 투영 노광 장치에서는 투영 광학계의 결상면의 초점 심도의 폭내에 감광 기판의 현재 노광 쇼트 영역을 설정하는 기구인 합초기구, 즉 오토포커스 기구가 필요하다.

이와 같은 합초기구는 일반적으로 ① 직접 방식과 ② 간접 방식으로 분류된다. ①의 직접 방식에서는 스테이지상에 설치한 기준면에서의 마스터 패턴의 상의 합초점이 노광광을 사용하여 직접 검출된다. 구체적으로는 예를 들면 일본특허 공개 평 1-286418호 공보에 개시되어 있는 바와 같이, 마스터 패턴면에 형성된 특수한 마크의 상이 그 기준면상에 투영된다. 그리고, 그 기준면에 형성된 마크의 투영상을 투영 광학계 및 마크를 통해 관찰하고, 마크에 의해 좁혀진 투영상의 광량의 피크를 검출함으로써 합초점이 판별된다.

한편, ②의 간접 방식에 있어서는 투영 광학계에 대한 스테이지의 높이를 계속하는 수단을 별도로 설치하고, 상술한 직접 방식을 이용하여 미리 구한 합초점에 그 계속 수단의 원점을 맞추고, 그 계속 수단을 이용하여 감광 기판의 노광면의 높이를 검출하며, 간접적으로 그 노광면을 합초점까지 유도하도록 하고 있다. 예를 들면 일본 특허공개평 1-41962호 공보 또는 일본 특허공개소 60-168112호 공보에는 그 스테이지의 높이의 계속 수단의 예로서, 투영 광학계의 외측에 고정된 경사입사광 방식의 광학계를 사용하여 그 투영 광학계 바로 아래의 노광면의 높이를 계속하는 기구가 개시되어 있다.

또한, 합초기구의 특별한 예로서는 예를 들면 일본 특허공개소 57-212406호 공보에 있어서, 마스터 패턴면에 형성한 특수한 마크를 직접 감광 기판의 노광면에 투영하고, 이 투영상을 투영 광학계 및 마크를 통해 검출함으로써 직접적으로 합초점을 판별하는 방식이 개시되어 있다.

이러한 배경의 근원으로 최근에는 가공 정밀도가 특히 높은 반도체 메모리 디바이스의 경우, 파장 365nm의 i선을 사용하여 초점심도 1 μ m 이하의 투영 광학계가 사용되고 있다. 상기 경우에는 합초점의 위치결정 정밀도로서 통상에서도 0.1 μ m 이하의 정밀도가 요구되며, 예를 들면 특공소 62-50811호 공보에 개시되어 있는 노광광의 간섭 현상을 이용한 특수한 투영 노광 방식에서는 0.05 μ m 이하의 극히 높은 정밀도가 요구된다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

그런데, 최근에는 노광 에머리터 확대에 수반하여 복수칩을 한번에 노광하는 1쇼트 4칩 취득, 1쇼트 6칩 등의 형태의 노광처리가 이루어지고, 이러한 경우에 투영 광학계의 노광 가능 영역내의 일부 영역만을 노광하고자 하는 경우가 있다. 또한, 웨이퍼상의 일부 영역에 검사를 위한 패턴(TEG 패턴)을 형성할 필요가 있는 경우도 있다.

이 외에, 동일한 투영 노광 장치에서 다른 칩 사이즈의 웨이퍼를 노광하고자 하는 경우라든지, 복수 종류의 패턴이 형성된 레티클을 사용하여 동일한 감광 기판이 다른 쇼트 영역에 각각의 패턴을 노광하고자 하는 경우도 있다. 이러한 경우에는 마스크 처리를 하여 노광 영역을 변경할 필요가 있으며, 이 때문에, 조명 광학계내에 가변시야 조리개(가동 블라인더)를 설치하여, 노광 영역의 형상을 변경하는 것이 형성되어 있다.

그러나, 종래의 투영 노광 장치에서는 합초기구(오토포커스기구)의 검출 중심(검출점)은 노광 가능 영역내의 정해진 점(통상은 투영 광학계의 노광 가능 범위의 중심 부분, 즉 투영 광학계의 광축)외에는 만들어져 있지 않으므로, 상술한 바와 같은 여러가지의 이유로 투영 광학계의 노광 가능 영역내에서 노광 가능 영역내의 일부 영역만을 블라인더 형상을 변경하여 노광하는 경우라도, 초점 위치 맞춤은 투영 광학계(투영렌즈)의 중심에서 행해지며, 이 때문에 블라인더로 설정한 노광 영역에 대하여 정확하게 초점이 맞지 않는 상태에서 노광이 행해져, 해상력 저하를 초래하고 있었다.

본 발명은 이러한 사정하에 이루어진 것으로, 특허청구범위 제 1항 내지 제 6항에 기재된 발명의 목적은 노광 영역의 형상 변경에 좌우되는 일 없이, 항상 적절한 초점 위치 맞춤을 행하여 고정밀도의 노광을 행할 수 있는 투영 노광 방법을 제공하는 것에 있다.

또한, 특허청구범위 제 7항 내지 제 9항에 기재된 발명의 목적은 노광 영역의 형상 변경에 좌우되는 일 없이, 항상 적절한 초점 위치 맞춤을 행하여 고정밀도인 노광이 가능한 투영 노광 장치를 제공하는 것에 있다.

특허청구범위 제 1항에 기재된 발명은 노광광(EL)에 의해 패턴이 형성된 마스크(R)를 조명하고, 해당 마스크(R)에 형성된 패턴의 상을 투영 광학계(PL)를 통해 감광 기관(W)상에 노광하는 투영 노광 방법으로서, 노광에 앞서서 상기 감광 기관(W)상의 노광 영역(sa)을 설정하는 가변시야 조리개(45A, 45B)의 설정 정보에 근거하여, 상기 노광 영역(sa)의 중심이 상기 투영 광학계(PL)의 초점과 일치하도록 초점 조정을 행하는 것을 특징으로 한다.

이것에 의하면, 감광 기관상에 노광 영역을 설정하는 가변시야 조리개의 설정 정보에 근거하여, 노광 영역의 중심이 투영 광학계의 초점과 일치하도록 초점조정이 행해진다. 이 때문에, 가변시야 조리개를 사용하여 투영 광학계의 노광 가능 영역내에서 노광 가능 영역내의 일부 영역만을 노광 영역으로서 설정하고, 이 부분만 노광을 행하는 경우라도, 설정된 노광 영역에 대하여 정확하게 초점을 맞춘 상태에서 노광이 행해지는 점에서, 노광 영역의 형상 변경에 좌우되는 일 없이, 항상 적절한 초점 위치 맞춤을 행하여 고정밀도의 노광을 행하는 것이 가능하다.

이 경우에 있어서, 가변시야 조리개에서 설정된 노광 영역에 대하여 정확하게 초점을 맞추는 방법은 여러가지의 방법을 취할 수 있지만, 예를 들면, 특허청구 범위 제 2항에 기재된 발명과 같이, 상기 가변시야 조리개(45A, 45B)의 설정 정보에 근거하여, 노광 위치와 다른 위치에서, 상기 노광 영역(sa) 중심의 상기 감광 기관(W) 표면을 상기 투영 광학계(PL)의 초점면에 합초시킨 후, 상기 감광 기관(W)의 광축(AX) 방향의 위치를 유지한 채, 상기 감광 기관(W)을 소정의 노광 위치에 위치 결정하도록 해도 된다. 이 방법은 종래의 노광처리 시스템에 있어서, 감광 기관을 소정의 노광 위치에 위치결정하기 전에, 가변시야 조리개에서 설정된 노광영역 중심의 감광 기관 표면을 투영 광학계의 초점면에 합초시키는 동작을 가하기만 해도 되므로, 소프트웨어를 약간 변경하는 것만으로 실현할 수 있다.

상기 특허청구범위 제 1, 2항에 기재된 발명의 경우, 가변시야 조리개에 의해 설정된 노광 영역 중심에서의 초점 위치 맞춤 동작은 투영 광학계의 노광 가능 영역의 중심에서 행하고, 노광은 설정된 노광 영역을 노광 위치에 위치결정하여 행해지게 되므로, 인화는 투영 광학계의 끝부분을 사용하는 경우가 있다. 그런데, 투영 광학계에는 적지 않게 상면 만곡 성분이 존재하기 때문에, 상면 만곡 성분의 영향에 의해, 초점 어긋남(포커스 어긋남)이 발생할 가능성이 있다. 따라서, 노광 영역중심에 있어서 초점 위치 맞춤 동작시에 이 상면 만곡 성분의 영향에 의한 초점 어긋남을 보정하는 것이 바람직하다.

이러한 점을 감안하여, 특허청구범위 제 3항에 기재된 발명은 노광광(EL)에 의해 패턴이 형성된 마스크(R)를 조명하며, 해당 마스크(R)에 형성된 패턴의 상을 투영 광학계(PL)를 통해 감광 기관(W)상에 노광하는 투영 노광 방법으로서, 상기 투영 광학계(PL)의 상면 만곡을 측정하는 제 1공정과; 상기 제 1공정에서 얻어진 상면 만곡 데이터와 상기 감광 기관(W) 위의 노광 영역(sa)의 형상을 규정하는 가변시야 조리개(45A, 45B)의 설정 정보에 근거하여, 상기 노광 영역(sa)의 중심에서 초점 위치 맞춤을 행하는 제 2공정을 포함한다.

이것에 의하면, 제 2공정과, 제 1공정에서 얻어진 상면만곡 데이터와 감광기관상의 노광 영역을 설정하는 가변시야 조리개의 설정 정보에 근거하여, 노광 영역의 중심에서 초점 위치 맞춤이 행해지므로, 상면 만곡 성분의 영향에 의한 초점 어긋남을 보정한 최적의 초점 위치 맞춤이 가능하게 된다.

여기에서, 예를 들면 제 1공정의 측정 동작을 미리 행하고, 이 측정 결과를 이용하여 노광시에, 제 2공정의 동작을 해도 되지만, 특허청구범위 제 4항에 기재된 발명과 같이, 상기 제 1, 2공정의 동작을 노광시에, 노광개시에 앞서서 행해도 된다.

또한, 제 1공정에서의 측정은 특허청구범위 제 5항에 기재된 발명과 같이, 감광 기관상의 적어도 3점에 대하여 행하는 것이 바람직하다. 이 상면 만곡의 측정점이 적은 경우에는 예를 들면, 특허청구범위 제 6항에 기재된 발명과 같이, 상기 제 2공정에 앞서서, 상기 제 1공정에서 얻어진 데이터를 2차 내지 6차 함수를 사용하여 보간하고, 상기 제 2공정에서 이 보

간후의 상면 만곡 데이터와 상기 가변시아 조리개의 설정 정보에 근거하여, 상기 노광 영역의 중심에서 초점 위치 맞춤을 행하도록 해도 된다. 이렇게 하면, 제 1공정에서의 측정에 시간이 그다지 걸리지 않고, 어느 정도 정확한 투영 광학계의 상면 만곡 데이터를 구하는 것이 가능하게 되기 때문에, 투영 광학계의 어떤 부분을 사용하여 노광을 행하는 경우라도 상면 만곡의 영향에 의한 초점 어긋남을 고려한 초점 위치 맞춤이 가능하게 된다.

특허청구범위 제 7항에 기재된 발명은 노광광(EL)에 의해 패턴이 형성된 마스크(R)를 조명하고, 해당 마스크(R)에 형성된 패턴의 상을 투영 광학계(PL)를 통해 감광 기판(W)상에 노광하는 투영 노광 장치로서, 상기 감광 기판(W)을 보유하여 상기 투영 광학계(PL)의 광축(AX) 방향 및 이것과 직교하는 면내의 직교 이축 방향을 포함하는 적어도 3축 방향으로 이동 가능한 시료대(18)와; 상기 시료대(18)의 적어도 상기 3축 방향의 위치를 제어하는 위치 제어계(21, 12, 16, 27, 31, 44)와; 상기 투영 광학계(PL)의 광축 부근에서 상기 감광 기판의 상기 광축 방향의 위치를 검출하는 초점 검출계(40, 42)와; 상기 패턴상이 투영되는 상기 감광 기판(W) 상의 노광 영역(sa)을 설정하는 가변시아 조리개(45A, 45B)와; 상기 가변시아 조리개(45A, 45B)의 설정 정보에 근거하여 상기 감광 기판(W) 상의 노광 영역(sa)을 인식하며, 상기 위치 제어계와 상기 초점을 검출계를 이용하여, 상기 노광 영역(sa)의 거의 중심을 상기 투영 광학계의 초점에 합초시킨 후, 상기 감광 기판(W)상의 노광 영역(sa)을 소정의 노광 위치로 이동시키는 제어수단(44)을 구비한다.

이것에 의하면, 시료대가 감광 기판을 보유하여 투영 광학계의 광축 방향 및 이것과 직교하는 면내의 직교 이축 방향을 포함하는 적어도 3축 방향으로 이동 가능하게 되고, 이 시료대의 적어도 상기 3축 방향의 위치가 위치 제어계에 의해 제어된다. 또한, 초점 검출계에서는 투영 광학계의 광축 부근에서 감광 기판의 광축 방향의 위치를 검출하도록 되어 있다.

이 경우, 마스크에 형성된 패턴상이 투영되는 감광 기판상의 노광 영역이 가변시아 조리개에 의해 설정되면, 제어수단으로서 가변시아 조리개의 설정 정보에 근거하여 감광 기판상의 노광 영역을 인식하고, 위치 제어계와 초점 검출계를 사용하여, 노광 영역의 거의 중심을 투영 광학계의 초점에 합초시킨 후, 감광 기판상의 노광 영역을 소정의 노광 위치로 이동시킨다. 이 때문에, 가변시아 조리개를 사용하여 투영 광학계의 노광 가능 영역내에서 노광 가능 영역내의 일부 영역만을 노광 영역으로서 설정하고, 이 부분만 노광을 행하는 경우라도, 설정된 노광 영역에 대하여 정확하게 초점을 맞춘 상태에서 노광이 행해지는 것에서, 해상력의 향상을 도모할 수 있다. 따라서, 노광 영역의 형상 변경에 좌우되는 일 없이, 항상 적절한 초점 위치 맞춤을 행하여 고정밀도의 노광을 행하는 것이 가능하다.

특허청구범위 제 8항에 기재된 발명은 노광광(EL)에 의해 패턴이 형성된 마스크(R)를 조명하고, 해당 마스크(R)에 형성된 패턴의 상을 투영 광학계(PL)를 통해 감광 기판(W)상에 노광하는 투영 노광 장치로서, 상기 감광 기판(W)을 보유하여 상기 투영 광학계(PL)의 광축(AX) 방향 및 이것에 직교하는 면내의 직교 이축 방향을 포함하는 적어도 3축 방향으로 이동 가능한 시료대(18)와; 상기 시료대(18)의 적어도 상기 3축 방향의 위치를 제어하는 위치 제어계(21, 12, 16, 27, 31, 44)와; 상기 투영 광학계(PL)의 광축 부근에서 상기 감광 기판의 상기 광축 방향의 위치를 검출하는 초점 검출계(42, 44)와; 상기 패턴상이 투영되는 상기 감광 기판(W) 위의 노광 영역(sa)을 설정하는 가변시아 조리개(45A, 45B)와; 상기 감광 기판(W) 위의 적어도 3점에 대하여 계속된 상기 투영 광학계의 상면 만곡 데이터가 기억되어 있는 메모리(96)와; 상기 상면 만곡 데이터에 근거하고, 상기 투영 광학계의 상기 노광 영역내의 합초위치와, 상기 투영 광학계의 광축 부근의 합초위치와의 차분을 연산하는 연산수단(44)과; 상기 가변시아 조리개의 설정 정보에 근거하여, 상기 위치 제어계를 통해 상기 노광 영역의 거의 중심 영역이 상기 초점 검출계의 검출 중심에 일치하도록 상기 감광 기판(W)을 위치결정하고, 상기 차분을 이용하여 상기 노광 영역이 초점 조정을 하는 제어수단(44)을 구비한다.

이것에 의하면, 메모리내에는 감광 기판상의 적어도 3점에 대하여 계속된 투영 광학계의 상면 만곡 데이터가 기억되어 있다.

이 경우, 마스크에 형성된 패턴의 상이 투영되는 감광 기판상의 노광 영역이 가변시아 조리개에 의해 설정되면, 연산수단으로서 메모리내에 상면 만곡 데이터에 근거하여, 투영 광학계의 노광 영역내의 합초위치와, 투영 광학계의 광축 부근의 합초위치와의 차분을 연산한다. 그리고, 제어수단으로서 상기 가변시아 조리개의 설정 정보에 근거하여, 위치 제어계를 통해 노광 영역의 거의 중심의 영역이 초점 검출계의 검출 중심에 일치하도록 감광 기판을 위치결정하고, 상기 차분을 사용하여 초점 검출계에 의해 노광 영역의 초점 조정을 한다.

도 1에는 일 실시형태와 관계되는 투영 노광 장치(10)의 개략 구성이 나타나 있다. 이 투영 노광 장치(10)는 이른바 스텝 앤드 리프트 방식의 축소 투영형 노광장치이다.

이 투영 노광 장치(10)는 감광 기관으로서의 웨이퍼(W)를 보유하여 기준평면(XY 평면)내를 XY직교 이축 방향 및 기준평면에 직교하는 Z축 방향의 직교 3축 방향으로 이동 가능한 시료대로서의 기관 테이블(18)을 구비한 XY 스테이지 장치(14)와, 상기 기준평면에 직교하는 Z축 방향을 그 광축(AX) 방향으로서 XY 스테이지장치(14)의 상방에 배치된 투영 광학계(PL)와, 이 투영 광학계(PL)의 상방에서 그 광축(AX)에 직교하여 배치된 마스크로서의 레티클(R)을 보유하는 레티클 홀더(36)를 구비하고 있다.

이 중, XY 스테이지장치(14)는 베이스(11)와, 이 베이스(11)상을 도 1에서의 Y방향(지면 좌우 방향)으로 왕복이동 가능한 Y스테이지(16)와, 이 Y스테이지(16)상을 Y방향과 직교하는 X방향(지면 직교 방향)에 왕복 이동 가능한 기관스테이지로서의 X스테이지(12)와, 이 X스테이지(12)상에 설치된 기관 테이블(18)을 가지고 있다. 또한, 기관 테이블(18)상에, 웨이퍼 홀더(25)가 설치되고, 이 웨이퍼홀더(25)에 의해서 웨이퍼(W)가 진공 흡착에 의해서 보유된다.

기관 테이블(18)은 X스테이지(12) 상에 XY 방향으로 위치결정되며 또한 Z축 방향의 이동 및 Z축 둘레의 회전(θ 회전)이 허용된 상태에서 설치되고, 이 기관 테이블(18)상에는 이동거울(27)이 고정되며, 외부에 배치된 위치 계측 수단으로서의 간섭계(31)에 의해서 기관 테이블(18)의 X방향, Y방향 및 θ 방향(Z축 둘레의 회전 방향)의 위치가 고정밀도(예를 들면, 0.01 μ m의 분해능으로)로 모니터되며, 간섭계(31)에 의해 얻어진 위치정보가 주제어장치(44)로 공급되어 있다. 주제어장치(44)는 구동계로서의 구동장치(21) 등을 통해 Y스테이지(16), X스테이지(12) 및 기관 테이블(18)의 위치 결정 동작을 제어하는 동시에, 장치 전체의 동작을 통괄 제어한다. 또, 기관 테이블(18)의 Z축 방향 구동 및 θ 회전은 구동장치(21)에 의해 도시하지 않는 Z· θ 구동기구를 통해 행해진다.

또한, 기관 테이블(18) 상의 일단부에는 도시하지 않는 오프엑시스 방식의 얼라인먼트 검출계의 검출 중심으로부터 투영 광학계(PL)의 광축까지의 거리를 계측하는 베이스라인 계측 등을 위한 각종 기준마크가 형성된 기준마크판(FM)이 고정되어 있다. 이 기준마크판(FM) 상의 미크에는 투영 광학계(PL)의 최량 결상면의 검출에 이용되는 기준패턴이 포함된다. 또, 이 투영 광학계(PL)의 최량 결상면을 검출하는 제 2초점 검출계의 구성 등에 관해서는 후술한다.

상기 레티클 홀더(36)는 그 상면의 4개의 코너부분에 진공 흡착부(34)를 가지고, 이 진공 흡착부(34)를 통해 레티클(R)이 레티클 홀더(36) 상에 보유되어 있다. 이 레티클 홀더(36)는 레티클(R)상의 회로패턴이 형성된 영역인 패턴 영역(PA)에 대응하는 개구(도시생략)를 가지며, 도시하지 않는 구동기구에 의해 X방향, Y방향, θ 방향(Z축 둘레의 회전 방향)으로 이동 가능하게 되고, 이것에 의해서, 패턴 영역(PA)의 중심(레티클 센터)이 투영 광학계(PL)의 광축(AX)을 통과하도록 레티클(R)의 위치결정이 가능한 구성으로 되어 있다.

이 투영 노광 장치(10)에서는 도시하지 않는 얼라인먼트 검출계의 검출 신호에 근거하여 주제어장치(44)에 의해 레티클(R)과 웨이퍼(W)와의 위치맞춤(얼라인먼트)이 행해지며, 후술하는 초점 검출계의 검출 신호에 근거하여, 레티클(R)의 패턴면과 웨이퍼(W) 표면이 투영 광학계(PL)에 관하여 공역이 되도록, 또한 투영광학계(PL)의 초점면과 웨이퍼 W표면이 일치하도록, 주제어장치(44)에 의해 구동 장치(21)를 통해 기관 테이블(18)이 Z축 방향으로 구동제어되어 면위치의 조정이 행해진다. 이렇게 하여 위치결정 및 합초가 이루어진 상태에서, 미러(97), 메인 콘덴서 렌즈(99)를 포함하는 조명광학계로부터 사출된 노광광(EL)에 의해 레티클(R)의 패턴 영역(PA)이 거의 균일한 조도로 조명되면, 레티클(R)의 패턴 축소상이 투영 광학계(PL)을 통해 표면에 포토레지스트가 도포된 웨이퍼(W)상에 결상된다.

여기에서, 도시는 생략하였지만, 조명 광학계는 예를 들면 수은램프 등의 광원과, 이 광원으로부터 사출된 노광광을 집광하는 타원거울과, 이 집광된 노광광을 거의 평행한 광속으로 변환하는 인포텐즈와, 이 인포텐즈로부터 출력된 광속이 입사하여 후측(레티클측) 초점면에 다수의 미차 광원을 형성하는 플라이아이렌즈와, 이들 미차광원으로부터 사출된 노광광을 집광하여 레티클(R)을 균일한 조도로 조명하는 콘덴서 렌즈계 등을 포함하여 구성할 수 있다. 또, 본 실시형태에서는 조명 광학계내에는 2매의 L자형의 가동 블레이드(45A, 45B)는 가지는 가변시야 조리개로서의 가동 블라인더(이하, 이 가동 블라인더를 적당 「가동 블라인더(45A, 45B)」라고 부른다)가 설치되어 있고, 이 가동 블라인더(45A, 45B)의 배치면은 레티클(R)의 패턴면과 공역으로 되어 있다. 또한, 이 가동 블라인더(45A, 45B) 부근에, 개구형상이 고정된 고정블라인더

(46)가 배치되어 있다. 고정블라인더(46)는 예를 들면 4개의 나이프에 의해 직사각형의 폭을 둘러싼 시야 조리개이고, 그 직사각형 개구에 의해 투영 광학계에 의해 노광 가능 영역(SA) (도 7참조)이 규정되어 있다.

가동 블라인더(45A, 45B)는 가동 블라인더 구동기구(43A, 43B)에 의해서 XZ평면내에서 X, Z축 방향으로 구동되며, 이것에 의해서 고정 블라인더(46)에서 규정된 레티클(R) 상의 조명 영역의 일부가 마스킹되며, 조명 영역이 임의의 형상(크기를 포함한다)의 직사각형으로 설정되며, 결과적으로 레티클(R)상의 조명 영역과 공역인 웨이퍼(W)상의 노광 영역도 임의의 형상(크기를 포함한다)의 직사각형 영역에 설정된다. 즉, 본 실시형태에서는 가동 블라인더(45A, 45B)에 의해서 웨이퍼(W)상의 노광 영역(sa, 도 7참조)이 설정되도록 되어 있다. 구동기구(43A, 43B)의 동작이 도시하지 않는 메인컴퓨터로부터의 블라인더 설정 정보(마스킹 정보)에 따라서 주제어장치(44)에 의해서 제어된다.

또한, 본 실시형태에서는 투영 광학계(PL)에 의한 패턴의 투영 영역내에 웨이퍼(W)가 위치하였을 때, 웨이퍼(W) 표면의 Z방향(광축(AX) 방향)의 위치를 검출 하기 위해서, 경사입사광식의 초점 검출계가 설치되어 있다. 이 초점 검출계는 광파이버속(81), 집광렌즈(82), 스플릿판(83), 렌즈(84), 미러(85) 및 조사대물렌즈(86)로 이루어지는 조사광학계(40)와, 집광대물렌즈(87), 회전방향 진동판(88), 결상렌즈(89), 수광스플릿판(93) 및 실리콘포토타다이오드 또는 포토트랜지스터 등의 포토센서(90)로 이루어지는 수광광학계(42)로써 구성되어 있다.

여기에서, 이 초점 검출계의 구성 각 부의 작용을 설명하면, 노광광(EL)과는 다른 웨이퍼(W) 상의 포터레지스트를 감광시키지 않는 파장의 조명광이, 도시하지 않는 조명광원으로부터 광파이버속(81)을 통해 안내된다. 광파이버속(81)으로부터 사출된 조명광은 집광렌즈(82)를 거쳐서 스플릿판(83)을 조명한다. 스플릿판(83)의 스플릿(개구)을 투과한 조명광은 렌즈(84), 미러(85) 및 조사대물렌즈(86)를 통해 웨이퍼(W)를 비스듬히 조사한다. 이 때, 웨이퍼(W)의 표면이 최량 결상면에 있으면, 스플릿판(83)의 스플릿의 상이 렌즈(84), 조사대물렌즈(86)에 의해서 웨이퍼(W)의 표면에 결상된다. 또한, 대물렌즈(86)의 광축과 웨이퍼 표면과의 각도는 5~12도 정도로 설정되며, 스플릿판(83)의 스플릿상의 중심은 투영 광학계(PL)의 광축(AX)이 웨이퍼(W)와 교차하는 점에 위치한다.

그런데, 웨이퍼(W)에서 반사한 스플릿상 광속은 집광대물렌즈(87), 회전방향 진동판(88) 및 결상렌즈(89)를 거쳐서 포토센서(90)의 앞쪽에 배치된 수광용 스플릿판(93)상에 재결상된다. 회전방향 진동판(88)은 수광용 스플릿판(93)으로 가능한 스플릿상을, 그 긴쪽 방향과 직교하는 방향으로 미소 진동시키는 것이다. 여기에서, 결상 렌즈(89)와 수광용 스플릿판(93)의 사이에, 수광용 스플릿판(93)상의 슬릿과 웨이퍼(W)에서의 반사슬릿상의 진동중심과의 상대관계를, 슬릿 길이 방향과 직교하는 방향으로 시프트시키기 위한, 플레인 페러렐을 배치해도 된다.

여기에서, 주제어장치(44)에는 발진기(OSC.)가 내장되어 있고, 이 OSC.로부터의 구동신호에서 드라이브되는 가진 장치(92)에 의해 회전방향 진동판(88)이 진동된다.

이렇게 해서, 슬릿상이 수광용 스플릿판(93)상에서 진동하면, 스플릿판(93)의 슬릿을 투과한 광속은 포토센서(90)에서 수광된다. 그리고, 포토센서(90)로부터의 검출신호(광전 변환 신호)가 신호처리장치(91)로 공급된다. 이 신호처리장치(91)에는 동기 검파 회로(PSD)가 내장되고 있고, 이 PSD에는 OSC.로부터의 구동신호와 같은 위상의 교류 신호가 입력되어 있다. 그리고, 신호처리장치(91)에서는 상기 교류 신호의 위상을 기준으로 동기정류를 행하고, 그 검파 출력 신호, 즉 초점위치 검출신호(FS)는 주제어장치(44)에 출력된다. 초점위치 검출신호(FS)는 이른바 S커브신호라고 불리고, 수광용 스플릿판(93)의 슬릿 중심과 웨이퍼(W)에서의 반사 슬릿상의 진동중심이 일치하였을 때에 영레벨이 되며, 웨이퍼(W)가 그 상태에서 상방으로 변위하고 있을 때는 양의 레벨, 웨이퍼(W)가 하방으로 변위하고 있을 때는 음의 레벨이 된다. 따라서, 초점위치 검출신호(FS)가 영레벨이 되는 웨이퍼(W)의 높이위치(광축 방향위치)가 합초점으로서 검출된다.

단, 이러한 경사입사광 방식에서는 합초점(신호(FS)가 영레벨)이 된 웨이퍼(W)의 높이위치가, 언제나 최량 결상면과 반드시 일치하고 있다는 보장은 없다. 즉, 초점위치 검출신호(FS)는 기준마크판(FM) 또는 웨이퍼(W)의 투영 광학계(PL)의 광축 방향의 위치를 나타내는 신호이고, 간접 방식으로 초점위치를 나타내는 신호이다. 따라서, 그 초점위치 검출신호(FS)를 이용하여 합초점을 검출하기 위해서는 미리 직접 방식으로 기준마크판(FM) 또는 웨이퍼(W)의 투영 광학계(PL)에 대한 합초상태를 조사해 두며, 참된 합초점 또는 후술과 같이 그 부근의 위치에서의 초점 위치 검출신호(FS)의 레벨이 미리 정해진 레벨(이것을 「의사적인 합초 레벨」이라고 한다)이 되도록 오프셋의 조정(초점 검출계(40, 41)의 캘리브레이션)

을 행하며, 이후는 신호(FS)가 그 의사적인 합초레벨이 되도록 판 테이블(18)의 Z축방향의 움직임을 제어하면 된다. 그 의사적인 합초레벨로서는 예를 들면 0이 사용된다.

이러한 경우, 합초점 등으로 그 초점위치 검출신호(FS)의 레벨에 소정의 오프셋을 설정하여 초점 검출계(40, 42)의 캘리브레이션을 행하기 위해서는 광학적 및 전기적인 수법이 있지만, 광학적으로 설정하기 위해서는 요는 기준마크판(FM) 등이 Z축 방향의 소정 위치에 있는 상태에서 포토센서(90)의 수광면에서의 광량의 분포를, 소정의 위치로 변화시켜 주면 된다. 예를 들면, 상술한 바와 같이, 포토센서(90)의 전면에 플레인패러렐을 배치하여 이 플레인패러렐의 각도를 바꾸면, 포토센서(90)의 수광면에서의 광량의 분포가 변화하기 때문에, 이것에 의하여 캘리브레이션을 행할 수 있다. 또한, 신호(FS)의 값이 그 합초레벨이 되도록 전기적으로 오프셋을 가하도록 해도 된다.

이와 같이, 초점위치 검출신호(FS)는 간접 방식으로 합초점을 나타내는 신호이기 때문에, 노광광 흡수 등으로 투영 광학계(PL)의 결상면(초점)의 위치가 변화한 바와 같은 경우에는 신호(FS)가 의사적인 합초 레벨이 되는 합초점과 실제의 합초점의 사이에 어긋남이 생길 우려가 있다. 그래서, 본 실시형태에서는 캘리브레이션 신호(KS)를 이용하여 그 초점위치 검출신호(FS)의 오프셋 설정(초점 검출계(40, 42)의 캘리브레이션을 행한다. 이 때문에, 본 실시형태에서는 투영 광학계(PL)의 최량 결상면을 검출하여 캘리브레이션 신호(KS)를 제어장치(44)에 출력하는 제 2초점 검출계가 설치되어 있다.

다음에, 이 투영 광학계(PL)의 최량 결상면을 검출하는 제 2초점 검출계(30)에 대하여, 도 2에 근거하여 설명한다.

도 2에는 본 실시형태와 관계되는 투영 노광 장치(10)를 구성하는 투영 광학계(PL)의 베스트포커스면을 검출하는 TTL 방식의 제 2초점 검출계(30)의 구성이 나타나고 있다.

이 제 2초점 검출계(30)는 기판 테이블(18) 상에 웨이퍼(W)의 표면과 거의 같은 높이 위치에서 고정된 기준마크판(FM) (더 정확하게는 이 위의 기준패턴)과, 기준마크판(FM)의 하방(기판 테이블(18)의 내부)에 설치된 미러(M1), 조명용 대물렌즈(50) 및 광파이버(51)와, 이 광파이버(51)의 입사단측에 설치된 빔 분할기(52), 렌즈계(53, 54) 및 광전센서(55)를 포함하여 구성되어 있다.

도 2에 있어서, 조리개면(동면, EP)을 끼워서 전군, 후군으로 나눠 모식적으로 나타낸 투영 광학계(PL)의 광축(AX)은 레티클(R)의 중심, 즉 패턴 영역(PA)의 중심을, 레티클 패턴면에 대하여 수직으로 통과한다.

상기 기준마크판(FM)의 상면에는 도 3에 도시하는 바와 같이, 일정 피치의 라인/스페이스로 구성되는 진폭형의 회절격자마크(28A) 및 이 회절격자마크(28A)를 반시계 방향에 각각 45°, 90° 및 135° 회전시켜서 얻어지는 격자로 구성되는 회절격자마크(28B, 28C 및 28D)가 형성되어 있다. 이들 4종류의 회절격자마크(28A-28D)에 의해 기준패턴(28)이 구성된다. 이와 같이 여러가지의 방향의 회절격자마크를 형성하는 것은 레티클(R) 상의 패턴의 영향을 제외하므로, 및 투영 광학계(PL)의 이미지필드내의 임의의 점에서의 새지탈(S) 방향 메리디오텐(M) 방향의 초점위치(비점수차)를 계속 가능하기 때문이다. 기준마크판(FM)의 회절격자마크 형성면과 웨이퍼(W)의 노광면과는 투영 광학계(PL)의 광축 방향으로 같은 높이가 되도록 해둔다. 또, 기준마크판(FM)상에 형성하는 패턴은 위상형의 회절격자마크라도 된다.

그런데, 도 2에 있어서, 노광용 조명광(EL)이 렌즈계(53) 및 광파이버(51)의 입사단측에 배치된 빔 분할기(52)를 통해, 광파이버(51)에 도입된다. 이 조명광은 광파이버(51)의 사출단에서 사출되어 대물렌즈(50)에 의해서 집광되며, 미러(M1)를 통해 기준마크판(FM)의 회절격자마크(28A-28D)를 동시에 뒷편에서 조사한다. 여기에서, 조명광(EL)은 레티클(R) 조명용의 광원(수은램프, 엑시머레이저 등)으로 얻는 것이 바람직하지만, 별도로 전용의 광원을 준비해도 된다. 다만, 별도로 광원으로 할 때는 노광용 조명광과 동일파장, 또는 그것과 매우 근사한 파장의 조명광으로 할 필요가 있다.

또한, 대물렌즈(50)에 의한 기준마크판(FM)의 조명조건은 패턴투영시의 투영 광학계(PL)에서의 조명조건과 극력 맞추는, 즉, 투영 광학계(PL)의 상측의 조명광개구수(N. A.)와 대물렌즈(50)로부터 기준마크판(FM)으로의 조명광의 개구수(N. A.)를 거의 일치시키는 것이 바람직하다.

조명광(EL)에 의해 조사된 기준마크판(FM)상의 회절격자마크(28A-28D)에서는 투영 광학계(PL)로 송진하는 상광속이 발생

되도록 선택된다.

그리고, 주제어장치(44)는 스텝(103)에 있어서, 구동장치(21) 및 도시하지 않는 Z-θ 구동기구를 통해 기판 테이블(18)의 Z축 좌표를 ($Z_0 - \Delta Z$)로부터 상방으로 거의 일정 속도로 주사시킨다. 이 주사가 개시되면, 스텝(104)에 있어서, 주제어장치(44)는 소정의 샘플링 펄스에 동기하여, 캘리브레이션 신호(KS) 및 초점위치 검출신호(FS)를 병행하여 넣어 각각 내부 메모리에 기록한다. 그리고, 스텝(105)에 있어서, 주제어장치(44)로서는 기판 테이블(18)의 Z축 좌표가 ($Z_0 + \Delta Z$)에 도달하였는지 아닌지를 조사하고, Z축 좌표가 ($Z_0 + \Delta Z$)에 도달하지 않는 경우에는 스텝(103)으로 되돌아가고 Z축 방향으로의 주사를 계속한다. 또한, 스텝(105)에서 Z축 좌표가 ($Z_0 + \Delta Z$)에 도달한 경우에는 스텝(106)으로 이행한다.

상기 스텝(102)~스텝(105)에 있어서, 예를 들면, 주제어장치(44)의 내부 메모리내의 제 1기억 영역내의 일련의 어드레스 영역에는 도 6(a) 중에 실선의 곡선(38)으로 나타나는 바와 같은 교정 신호(KS)가 기억되며, 내부 메모리내의 제 2기억 영역내의 일련의 어드레스 영역에는 도 6(b)에 나타나는 바와 같이 0을 중심으로 하여 S자형상으로 변화하는 초점위치 검출신호(FS)가 기억된다. 도 6(a) 및 (b)의 횡축은 어드레스이지만, 본 실시형태의 샘플링 펄스는 일정 시간 간격마다 하미 레벨 1이 되는 펄스열이므로, 그 어드레스는 시간(t)이라고 간주할 수 있다. 또한, 기판 테이블(18)은 거의 등속도로 상승하고 있기 때문에, 시간(t, 또는 어드레스의 값)에 1차 변환을 함으로써 기판 테이블(18)의 Z축 좌표의 근사치를 구할 수 있다.

도 5로 되돌아가, 스텝(106)에 있어서, 주제어장치(44)로서는 교정 신호(KS)에서 구한 참된 합초점 또는 이 부근의 위치의 Z축 좌표와 초점위치 검출신호(FS)에서 구해지는 의사적인 합초점의 Z축 좌표와의 편차량(δZ)을 산출한다.

예를 들면, 도 6의 예로서는 교정 신호(KS)가 최대가 될 때의 어드레스가 참조된 합초점(Z_0)에 대응하는 어드레스이고, 초점위치 검출신호(FS)가 S커브 특성내에서 0이 될 때의 어드레스가 전번의 캘리브레이션으로 설정한 합초점(Z_0)에 대응하는 어드레스이다. 또, 기준마크판(FM)에 형성되어 있는 격자마크가 위상격자일 때에는 신호(KS)는 도 6(a) 중의 일점쇄선의 곡선(39)으로 나타나는 바와 같이 참된 합초점(Z_0)에서 값이 최소가 된다. 따라서, 어떠한 경우라도 그 신호(KS)의 볼록 또는 오목 피크의 어드레스로부터 신호(FS)의 제로 크로스점의 어드레스를 빼서 얻어지는 편차 어드레스량에 소정의 1차연산을 함으로써 Z축 좌표상의 편차량(δZ)이 구해진다.

이 경우, 도 5중의 스텝(107)에 나타나는 바와 같이, 스텝(102~106)까지의 동작을 n회(n은 20이상 정수) 반복함으로써 편차량의 계속 정밀도를 올릴 수 있다.

또한, 스텝(108)에 나타나는 바와 같이, 1개의 편차량을 산출할 때, 구동장치(21)를 통해 X스테이지(12), Y스테이지(16) 및 도시하지 않는 Z-θ 구동기구를 동작시키고, 기준마크판(FM)의 투영 광학계(PL)의 광축에 수직인 면내에서의 위치를 미소량만 변위시킨다. 이것에 의해 기준마크판(FM)의 회절격자마크(28A~28D)의 상이 투영되는 레티클(R)의 패턴 영역(PA)에서의 위치도 미소량만 변위하기 때문에, 그 패턴 영역(PA)의 패턴의 영향이 제거되어, 계속 정밀도의 저하가 방지된다.

또, 스텝(107)에서 계속이 n회 행해지고 있지 않다고 판단된 경우에 즉시 스텝(102)으로 되돌아가는 시퀀스로 해도 되는 것은 물론이다.

그 후, 스텝(109)에서, 주제어장치(44)로서는 참된 합초점 또는 이 부근의 위치의 Z축 좌표와 초점위치 검출신호(FS)에서 구해지는 의사적인 합초점의 Z축좌표와의 편차량(δZ)을 평균화하여 얻어진 편차량 δZ 을 내부 메모리에 격납한다. 이 이후, 주제어장치(44)는 전번의 캘리브레이션에 의해 설정된 Z축 좌표의 값(Z_0)에 δZ 를 가산하여 얻은 값($Z_0 + \delta Z$)을 합초점이라고 간주하고, 이 합초점에서의 초점위치 검출신호(FS)가 소정의 의사적인 합초 레벨이 되도록 오프셋의 조정을 행한다.

그런데, 본 실시형태와 관계되는 제 2초점 검출계(30)에 의하면, 레티클(R)이 투영 광학계(PL)의 물체측에 세트되어 있기만 하면, 언제나 이미지필드내의 임의의 위치에서 절대 포커스위치(최량 결상면, F_0)를 계속할 수 있는 것은 상술한 바와 같고, 따라서 이 제 2초점 검출계(30)와 초점 검출계(40, 42)를 이용하여, 각 계속점마다 상기 스텝(102~106)의 처리를 하는 것에 의해, 투영 광학계(PL)의 상면 만곡을 계속할 수 있는 것은 특별히 설명을 요하지 않을 것이다.

그래서, 본 실시형태에서는 기판 테이블(18)을 XY 차원면내에서 이동시키면서 초점 검출계(40, 42)와 제 2초점 검출계(30)를 이용하여 계속된 투영 광학계(PL)의 상면 만곡 데이터가 기판 테이블(18)의 XY 좌표위치와 대응되어 기억되어 있는 메모리(96)가, 주제어장치(44)에 병설되어 있다. 이 메모리(96)내에 기억되어 있는 데이터의 구체적 이용법에 관해서는 후술한다.

다음에, 상술한 바와 같이 하여 구성된 본 실시형태와 관계되는 투영 노광장치(10)에 있어서의, 투영 광학계(PL)에 의한 노광 가능 영역(SA)의 전역을 노광 영역으로서 노광을 할 때의 동작에 대하여, 설명한다. 여기에서는 예를 들면 일본 특허공개소 61-44429호 등에 개시되어 있는 바와 같은, 웨이퍼(W) 상의 얼라인먼트 마크위치의 계속치와 쇼트 배열의 설계치에 근거하여, 최소 제곱법을 이용한 통계 연산에 의해 웨이퍼상이 전쇼트 배열 좌표를 구하고, 이것에 근거하여 각 쇼트 영역을 노광 위치에 위치결정하는 이른바 인텐스트·글로벌·얼라인먼트(Enhanced Global Alignment 이하, 「EGA」라고 한다) 방식에 의해, 스텝·앤드·리프트 방식의 노광이 행해지는 경우에 대하여 설명한다.

이 경우, 전체로서 도시하지 않는 레티를 현미경에 의한 레티를 얼라인먼트 종료하고 있는 것으로 한다.

처음에, 주제어장치(44)에서는 기준마크판(FM)이 투영광학계(PL)의 밑에 위치하도록 구동장치(21)를 통해 Y스테이지(16), X스테이지(12)를 구동하고, 기판 테이블(18)을 이동시키며, 이 때의 레이저 간섭계(31)의 출력을 도시하지 않는 내부 메모리에 기억한다. 다음에, 주제어장치(44)에서는 기준마크판(FM)이 도시하지 않는 얼라인먼트 센서의 밑에 위치하도록, 구동장치(21)를 통해 X스테이지(12) 및 Y스테이지(16)의 한쪽 또는 양방을 구동하여 기판 테이블(18)을 이동하고, 이 때의 얼라인먼트 센서의 출력과 레이저 간섭계(31)의 출력을 내부 메모리에 기억한다. 즉, 이렇게 하여 베이스라인 계측을 행한다. 또, 베이스라인 계측의 시퀀스는 본 실시형태에 있어서도 종래의 노광장치와 같이 때문에, 그 상세한 설명은 생략한다.

계속해서, 주제어장치(44)에서는 웨이퍼(W)상의 얼라인먼트용 마크가 도시하지 않는 얼라인먼트 센서의 밑에 위치하도록 구동장치(21)를 통해 기판 테이블(18)을 이동시키며, 얼라인먼트센서의 출력과 레이저 간섭계(31)의 출력에 근거하여 얼라인먼트 마크위치를 검출한다. 이와 같이, 소정의 샘플쇼트에 부설된 얼라인먼트마크의 위치 계측을 실행하고, 이 계측 결과를 이용하여 이른바 EGA 연산에 의해 웨이퍼(W) 상의 모든 쇼트배열 좌표를 구한다. 또, 이 EGA 연산에 대해서는 상기 일본특허공개소 61-44429호 등에 상세히 개시되어 있기 때문에, 여기에서는 그 설명을 생략한다.

그 후, 주제어장치(44)에서는 상기 얼라인먼트용 마크위치의 검출결과와 상술한 베이스라인 계측 결과에 근거하여, 각 쇼트 영역(예를 들면, 1쇼트 1칩 얻기의 경우는 각 반도체칩에 상당)이 투영 광학계(PL)의 밑에 순차 위치결정되도록 기판 테이블(18)을 위치 제어하는 동시에 신호처리장치(91)로부터의 초점위치 검출신호(FS)에 근거하여 오토포커스 동작을 실행하면서, 조영계내의 도시하지 않는 셔터의 개폐를 제어하며, 기판 테이블(18)의 스텝과 노광을 반복한다. 이렇게 하여, 스텝·앤드·리프트 방식으로 웨이퍼(W)상의 각 쇼트 영역으로 순차 겹쳐서 노광이 행해진다.

이 경우에 있어서, 도시하지 않는 메인컴퓨터로부터 블라인더 설정 정보(마스킹 정보)가 입력되면, 주제어장치(44)에서는 이 블라인더 설정 정보에 응답하여 블라인더 구동기구(43A, 43B)를 통해 가동 블라인더(45A, 45B)를 구동하여 웨이퍼(W) 상의 노광 영역의 형상(크기를 포함한다)을 설정한다. 또한, 주제어장치(44)에서는 각 쇼트 영역을 투영 광학계(PL)의 밑에 위치결정하는데 앞서서, 블라인더 설정 정보에 근거하여 가동 블라인더(45A, 45B)에서 설정한 노광 영역의 중심부분이 초점 검출계(40, 42)의 검출 중심과 일치하는 위치까지, 구동장치(21)를 통해 X스테이지(12) 및 Y스테이지(16)의 한쪽 또는 양방을 구동하여 기판 테이블(18)을 이동시키며, 그 위치에서 신호처리장치(91)로부터의 초점위치 검출신호(FS)에 근거하여 구동장치(21)를 통해 기판 테이블(18)의 Z위치를 조정하여 초점 위치 맞춤을 행한다. 그리고, 그 때의 웨이퍼(W) 표면의 광축 방향 위치를 유지한 채로, 현재의 쇼트 영역이 노광 위치에 위치결정되도록, 구동장치(21)를 통해 X스테이지(12) 및 Y스테이지(16)의 한쪽 또는 양방을 구동하여 기판 테이블(18)을 노광 위치까지 이동시켜서, 노광을 행한다.

이 때문에, 가동 블라인더(45A, 45B)에서 설정한 노광 영역에 대해서도, 초점이 맞는 상태에서 노광이 행해지며, 해상력의 향상, 즉 노광 정밀도의 향상을 도모하는 것이 가능하다.

여기에서, 예를 들면, 도 7에 실선으로 나타나는 노광 가능 영역(SA)의 우측 상부의 1/4의 영역(사선부, sa)을 노광하는 경우에는 상기의 방법에 의하면, 실선으로 나타나는 위치에 있는 노광 가능 영역(SA)를 일단 이점 선택(가상선)으로 나타

나는 위치까지 이동하고, 노광 영역(sa)의 중심(P)을 노광필드(1F)의 중심(O)에 위치결정하며, 여기에서 초점 위치 맞춤을 행한 후, 웨이퍼(W)의 Z 위치를 유지한채로 다시 영역(SA)을 실선으로 나타나는 위치로 이동시키고, 노광(인화)이 행해진다. 상기의 경우, 도 7로부터도 명백한 바와 같이, 가동 블라인더(45A, 45B)에서 설정된 노광 영역(sa) 중심(P)에서의 초점 위치 맞춤 동작을 투영 광학계(PL)의 노광 가능 영역(SA)의 중심(O)부분에서 행하며, 노광은 가동 블라인더(45A, 45B)에서 설정된 노광 영역(sa)에 대하여 행해지게 되므로, 인화시에는 투영 광학계(PL)의 끝 부분이 이용된다. 그런데, 투영 광학계(PL)에는 많은 상면 만곡 성분이 존재하며, 초점 검출계(40, 42)는 그 검출점이 위치하고 있는 투영 광학계(PL)의 베스트 포커스면에 맞도록 조정되어 있다. 따라서, 상면 만곡성분의 영향에 의해, 포커스 어긋남이 발생할 가능성이 있다. 따라서, 주제어장치(44)에서는 가동 블라인더(45A, 45B)에 의해서 설정되는 웨이퍼(W)상의 노광 영역(sa)내의 상면 만곡 성분에 의한 포커스 어긋남도 보정하도록 하는 것이 바람직하다.

다음에, 이 상면 만곡 성분에 의한 포커스 어긋남의 보정도 고려한 초점 위치 맞춤 동작에 대하여 설명한다. 여기에는 2개의 방법이 있다.

① 제 1방법은 상술한 메모리(96)내에 기억되어 있는 초점 검출계(40, 42) 및 제 2초점 검출계(30)를 이용하여 미리 계속된 상면 만곡 데이터를 이용하는 방법이다.

이 경우, 도시하지 않는 메인컴퓨터로부터 블라인더 설정 정보가 입력되면, 주제어장치(44)에서는 이 블라인더설정 정보에 응답하여 블라인더 구동기구(43A, 43B)를 통해 가동 블라인더(45A, 45B)를 구동하여 웨이퍼(W) 상의 노광 영역의 형상(크기를 포함한다)를 설정한다. 또한, 주제어장치(44)에서는 웨이퍼(W)상의 각 쇼트 영역을 투영 광학계(PL)의 밑에 위치 결정하는 것에 앞서서, 블라인더 설정 정보에 근거하여 메모리(96)내에 기억되어 있는 노광 영역(sa)내의 중심에 대응하는 상면 만곡 데이터에 근거하여, 투영 광학계(PL)의 노광 영역(sa)내의 합초위치와 투영 광학계(PL)의 광축 부근의 합초위치(초점 검출계(40, 42)의 검출 중심에서의 합초위치)와의 차분을 연산하여 그 결과를 내부 메모리에 일시적으로 기억한다.

다음에, 주제어장치(44)에서는 블라인더 설정 정보에 근거하여 가동 블라인더(45A, 45B)에서 설정한 노광 영역(sa)의 중심 부분이 초점 검출계(40, 42)의 검출 중심과 일치하는 위치까지 구동장치(21)를 통해 X스테이지(12) 및 Y스테이지(16)의 한쪽 또는 양방을 구동하여 기판 테이블(18)을 이동시키며, 그 위치에서 신호처리장치(91)로부터의 초점위치 검출신호(FS)에 근거하여 구동장치(21)를 통해 기판테이블(18)의 Z 위치를 조정하여 초점 위치 맞춤을 하지만, 이 때에, 주제어장치(44)에서는 먼저 연산한 차분을 이용하여 초점 검출계의 검출신호(FS)에 전기적으로 오프셋을 설정하여 초점 위치 맞춤을 행한다.

그리고, 그 때의 웨이퍼(W) 표면의 광축 방향 위치를 보유한 채로, 노광 영역(SA)이 노광 위치에 위치결정되도록, 구동장치(21)를 통해 X스테이지(12) 및 Y스테이지(16)의 한쪽 또는 양방을 구동하여 기판 테이블(18)을 노광 위치까지 이동시키며, 노광을 행한다.

이 경우에 있어서, 메모리(96)내에 노광 영역(sa)의 중심쪽은 그 부근의 상면 만곡 데이터가 존재하지 않는 경우에는 메모리(96)내에 존재하는 그 점에 가까운 점의 상면 만곡 데이터를 2차 내지 6차 함수를 이용하여 보간하고, 이 보간후의 상면 만곡 데이터와 블라인더 설정 정보에 근거하여 노광 영역(sa)의 중심에서 상기와 같이 초점 위치 맞춤을 행하도록 해도 된다.

이것에 의해, 투영 광학계(PL)의 노광 가능 영역내의 어떤 부분에 있어서도 항상 양호한 인화를 하는 것이 가능하다.

② 제 2방법은 메모리(96)가 없는 경우, 혹은 메모리(96)내에 적절한 상면 만곡 데이터가 존재하지 않는 경우를 고려한 것으로, 노광시에 리얼타임으로 투영 광학계(PL)의 상면 만곡 데이터의 계측을 하는 것이다.

이하, 이 제 2방법을 포함하는 노광시의 동작에 대하여, 도 8의 흐름도를 따라서 설명한다. 여기에서는 먼저 서술한 이른바 E6A 방식에 의해, 스텝 앤드 리프트 방식의 노광이 행해지는 경우에 대하여 설명한다.

도 8의 스텝(201)에 있어서, 주제어장치(44)에서는 도시하지 않는 레티클 현미경과 기준마크판(FM)상의 도시하지 않는 기

준마크(통상 십자 모양 마크가 이용된다)와 레티클(R)에 도시하지 않는 레티클 마크(예를 들면, 이중십자 모양 마크)를 이용하여, 레티클 중심이 투영 광학계(PL)의 광축과 거의 일치하도록 레티클(R)을 위치결정하며, 레티클 얼라인먼트를 행한다. 레티클 얼라인먼트의 시퀀스는 본 실시형태에 있어서도 종래의 노광장치와 같으므로, 그 상세한 설명은 생략한다.

다음 스텝(202)에 있어서, 주제어장치(44)에서는 도시하지 않는 메인컴퓨터로부터 블라인더 설정 정보(단, 이 경우 블라인더 설정 정보는 하나로는 한정하지 않는다)에 근거하여, 이 블라인더 설정 정보에 따라서 설정되는 노광 영역내의 복수 점(적어도 영역 중심을 포함하는 3점, 더욱 양호하게는 중심 및 4각의 상 높이가 같은 점의 5점, 더욱 양호하게는 중심 및 미리 정해진 일정 간격마다 상 높이가 증가하는 9 내지 13점)이고, 참된 합초점과 의사적인 합초점의 Z좌표의 편차를 구한다.

구체적으로는 상술한 도 5의 흐름도의 스텝(101)~스텝(107)과 같은 동작을, 기판 테이블(18)의 위치를 각 계측점 위치로 이동시키면서 행하고, 각 계측점에서의 캐리브레이션 신호(KS)에서 구한 참된 합초점 또는 부근의 위치의 Z축 좌표와 초점 위치 검출신호(FS)에서 구해지는 의사적인 합초점과의 Z축 좌표와의 편차(베스트 포커스치와의 편차량)를 구한다. 이 각계측점에서의 편차량이 상면 만족 데이터가 분명하다.

이 경우에 있어서, 도 7에 도시하는 바와 같이, 노광 가능범위(SA)내에서, 측정점의 위치를 미리 정해 두고, 가동 블라인더(45A, 45B)에서 설정된 영역(sa)내에 있는 측정점(A, 도 7중에 0로 표시)으로 상기의 참된 합초점과 의사적인 합초점과의 Z좌표의 편차를 구하도록 해도 된다.

다음 스텝(203)에서, 주제어장치(44)에서는 스텝(202)으로 계속한 편차량의 평균값을 산출하여 내부 메모리에 기억한다. 이 편차량의 평균값을 이용하여 초점 검출계(40, 42)의 검출신호(FS)에 전기적으로 오프셋을 설정하여 초점 위치 맞춤을 하면, 가동 블라인더(45A, 45B)에 전기적으로 오프셋을 설정하여 초점 위치 맞춤을 하면, 가동 블라인더(45A, 45B)에서 설정된 노광 영역(sa)내의 평균높이 위치를 합초점으로서 오토포커스가 실행된다.

다음 스텝(204)에서 주제어장치(44)는 노광처리로 등록되어 있는 블라인더설정 정보의 전부에 대하여 상기 스텝(202~203)의 처리가 실행되었는지 아닌지를 판단하고, 이 판단이 부정된 경우에는 스텝(202~203)의 처리를 반복한다. 한편, 스텝(204)에 있어서의 판단이 긍정된 경우에는 스텝(205)으로 진행하여, 간섭계(31)의 출력을 모니터하면서 레티클(R)과 웨이퍼(W)의 회전위치맞춤을 실행한 후, 스텝(206)으로 진행하여 베이스라인 계속 및 EGA 계속(샘플쇼트에 부착된 얼라인먼트 마크의 위치 계속 및 그것을 이용한 통계연산)을 실행하고, 이 계속결과를 이용하여 웨이퍼(W) 상의 모든 쇼트배열 좌표를 구한다.

다음 스텝(207~208)에서는 웨이퍼(W)상의 각 쇼트 영역을 순차 가동 블라인더(45A, 45B)에서 설정된 노광 위치에 위치결정하면서, 노광을 행하고, 모든 노광해야 할 쇼트 영역의 노광이 종료하면, 일련의 처리를 종료한다.

여기에서, 상기 스텝(207)에 있어서, 주제어장치(44)에서는 각 쇼트 영역에 대응하여 미리 정해진 블라인더 설정 정보가 변화할 때마다 블라인더 구동기구(43A, 43B)를 통해 가동 블라인더(45A, 45B)를 구동하여 웨이퍼(W)상의 노광 영역의 형상(크기를 포함한다)을 설정하고, 스텝(206)에서 구해진 쇼트배열 좌표 및 블라인더 설정 정보에 근거하여 각 쇼트 영역을 노광 위치에 위치결정하면서, 노광을 행한다. 이 때, 각 쇼트 영역을 노광 위치에 위치 결정하는 것에 앞서서, 주제어장치(44)에서는 블라인더 설정 정보에 근거하여, 구동장치(21)를 통해 가동 블라인더(45A, 45B)에서 설정된 노광 영역(sa)의 중심점이 초점 검출계(40, 42)의 검출 중심에 일치하도록 웨이퍼(W)를 위치결정하고, 스텝(203)에서 산출한 편차분만 초점 검출계(40, 42)의 검출신호(FS)에, 예를 들면 전기적으로 오프셋을 설정하여 초점 위치 맞춤을 행한 후, 그 때의 웨이퍼(W) 표면의 광축 방향 위치를 유지한 채, 노광 영역(sa)이 노광 위치에 위치결정되도록, 구동장치(21)를 통해 X스테이지(12) 및 Y스테이지(16)의 한쪽 또는 양방을 구동하여 기판 테이블(18)을 노광 위치까지 이동시키며, 노광을 행한다.

이 경우도, 스텝(202)에 있어서의 처리를 노광 영역(sa)의 중심 혹은 그 부근에서 행하지 않은 경우에는 실제로 검출한 그 점에 가까운 점의 상면 만족 데이터를 2차 내지 6차 합수를 이용하여 보간하고, 이 보간 후의 상면 만족 데이터와 블라인더 설정 정보에 근거하여 노광 영역(sa)의 중심에서 상기과 동일하게 하여 초점 위치 맞춤을 행하도록 하면 된다.

이것에 의해, 투영 광학계(PL)의 노광 가능 영역(SA)내의 어떤 부분에 있어서도 항상 양호한 인화를 하는 것이 가능하게 된다. 또한, 이 제 2방법에서는 노광처리로 등록되어 있는 블라인더 설정 정보의 전부에 대하여 스텝(202-203)의 처리가 행해지므로, 레티클(R)에 복수 종류의 회로패턴이 형성되며, 복수 쇼트 영역마다, 각각의 패턴을 전사하는 경우 등에 특히 적절하다.

지금까지의 설명으로부터 명백한 바와 같이, 본 실시형태로서는 구동장치(21), X스테이지(12) Y스테이지(16), 이동거울(27), 간섭계(31), 주제어장치(44)에 의해서 기판 테이블(18)의 XYZ의 3축 방향의 위치를 제어하는 위치 제어계가 구성되어 있다. 또한, 주제어장치(44)의 기능에 의해서 스테이지 제어계, 상면만곡 계측 수단, 연산수단, 제어수단이 실현되어 있다.

또, 상기 실시형태에서는 이른바 EGA 방식에 의해 스텝·앤드·리프트 방식의 노광을 행하는 경우에 대하여 설명하였지만, 본 발명은 이것에 한정되지 않고, 이른바 다이·바이·다이 방식에 의해 스텝·앤드·리프트 방식의 노광을 행하는 경우 등에도, 마찬가지로 적용할 수 있는 것은 물론이다.

발명의 효과

상술한 바와 같이, 특허청구범위 제 1항 내지 제 6항에 기재된 발명에 의하면, 노광 영역의 형상 변경에 좌우되는 일없이, 항상 적절한 초점 위치 맞춤을 행하여 고정밀도인 노광을 할 수 있는 투영 노광 방법이 제공된다.

또한, 특허청구범위 제 7항 내지 제 9항에 기재된 발명에 의하면, 노광 영역의 형상 변경에 좌우되는 일 없이, 항상 적절한 초점 위치 맞춤을 행하여 고정밀도인 노광을 할 수 있다고 하는 종래에 없는 우수한 투영 노광 장치를 제공할 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1. 노광광에 의해 패턴이 형성된 마스크를 조명하고, 해당 마스크에 형성된 패턴의 상을 투영 광학계를 통해 감광 기관상에 노광하는 투영 노광 방법에 있어서,

노광에 앞서서 상기 감광 기관상의 노광 영역을 설정하는 가변시야 조리개의 설정 정보에 근거하여 상기 노광 영역의 중심이 상기 투영 광학계의 결상 위치와 일치하도록 초점 조절을 행하는 것을 특징으로 하는 투영 노광 방법.

청구항 2. 제 1항에 있어서, 상기 가변시야 조리개의 설정 정보에 근거하여 노광위치와 다른 위치에서 상기 노광 영역의 중심의 상기 감광 기관표면을 상기 투영 광학계의 초점면에 합치시킨 후, 상기 감광 기관의 광축 방향의 위치를 유지한 채로 상기 감광 기관을 소정의 노광 위치에 결정하는 것을 특징으로 하는 투영 노광 방법.

청구항 3. 노광광에 의해 패턴이 형성된 마스크를 조명하고, 해당마스크에 형성된 패턴의 상을 투영 광학계를 통해 감광 기관상에 노광하는 투영 노광 방법에 있어서,

상기 투영 광학계의 상면 만곡을 측정하는 제 1공정과;

상기 제 1공정에서 얻어진 상면 만곡 데이터와 상기 감광 기관상의 노광 영역의 형상으로 규격하는 가변시야 조리개의 설정 정보에 근거하여 상기 노광 영역의 중심에서 초점 위치 맞춤을 행하는 제 2공정을 포함하는 것을 특징으로 하는 투영 노광 방법.

청구항 4. 제 3항에 있어서, 상기 제 1, 제 2공정의 동작을 노광시에, 노광개시에 앞서서 행하는 것을 특징으로 하는

투영 노광 방법.

청구항 5. 제 3항 또는 제 4항에 있어서, 상기 제 1공정에서의 측정은 상기 감광 기판상의 적어도 3점에 대하여 행하는 것을 특징으로 하는 투영 노광 방법.

청구항 6. 제 5항에 있어서, 상기 제 2공정에 앞서서, 상기 제 1공정에서 얻어진 데이터를 2차 내지 6차 합수를 사용하여 보간하고,

상기 제 2공정에서 이 보간후의 상면 만곡 데이터와 상기 가변시야 조리개의 설정 정보에 근거하여 상기 노광 영역의 중심에서 초점 위치 맞춤을 행하는 것을 특징으로 하는 투영 노광 방법.

청구항 7. 노광광에 의해 패턴이 형성된 마스크를 조명하고, 해당 마스크에 형성된 패턴의 상을 투영 광학계를 통해 감광 기판상에 노광하는 투영 노광 장치에 있어서,

상기 감광 기판을 보유하고 상기 투영 광학계의 광축방향 및 이것에 직교하는 면내의 직교 이축 방향을 포함하는 적어도 3축 방향으로 이동 가능한 시료대와;

상기 시료대의 적어도 상기 3축 방향의 위치를 제어하는 위치 제어계와;

상기 투영 광학계의 광축 부근에서 상기 감광 기판의 상기 광축 방향의 위치를 검출하는 초점 검출계와;

상기 패턴상이 투영되는 상기 감광 기판상의 노광 영역을 설정하는 가변시야 조리개와;

상기 가변시야 조리개의 설정 정보에 근거하여 상기 감광 기판상의 노광 영역을 인식하고, 상기 위치 제어계와 상기 초점 검출계를 사용하며, 상기 노광 영역의 거의 중심을 상기 투영 광학계의 초점에 합초시킨 후, 상기 감광 기판상의 노광 영역을 소정의 노광 위치로 이동시키는 제어수단을 구비하는 것을 특징으로 하는 투영 노광 장치.

청구항 8. 노광광에 의해 패턴이 형성된 마스크를 조명하고, 해당 마스크에 형성된 패턴의 상을 투영 광학계를 통해 감광 기판상에 노광하는 투영 노광 장치에 있어서,

상기 감광 기판을 보유하고 상기 투영 광학계의 광축 방향 및 이것과 직교하는 면내의 직교 이축 방향을 포함하는 적어도 3축 방향으로 이동 가능한 시료대와;

상기 시료대의 적어도 상기 3축 방향의 위치를 제어하는 위치 제어계와;

상기 투영 광학계의 광축 부근에서 상기 감광 기판의 상기 광축 방향의 위치를 검출하는 초점 검출계와;

상기 패턴상이 투영되는 상기 감광 기판상의 노광 영역을 설정하는 가변시야 조리개와;

상기 감광 기판상의 적어도 3점에 대하여 계속된 상기 투영 광학계의 상면만곡 데이터가 기억되어 있는 메모리와;

상기 상면 만곡 데이터에 근거하여 상기 투영 광학계의 노광 영역내의 합초위치와, 투영 광학계의 광축 부근의 합초위치와의 차분을 연산하는 연산수단과;

상기 가변시야 조리개의 설정 정보에 근거하여 상기 위치 제어계를 통해 상기 노광 영역의 거의 중심 영역이 상기 초점 검출계의 검출 중심과 일치하도록 상기 감광 기판을 위치 결정하며, 상기 차분을 이용하여 노광 영역의 초점 조정을 하는 제어수단을 구비하는 것을 특징으로 하는 투영 노광 장치.

청구항 9. 노광광에 의해 패턴이 형성된 마스크를 조명하고, 해당 마스크에 형성된 패턴의 상을 투영 광학계를 통해

감광 기관상의 노광하는 투영 노광 장치로에 있어서,

기준 평면내를 2차원 이동 가능한 기관 스테이지와;

상기 기관 스테이지상에 탑재되고, 상기 감광 기관을 기관을 보유하여 투영 광학계의 광축 방향으로 이동 가능한 시료대와;

상기 기관스테이지와 상기 시료대를 각각의 이동방향으로 구동하는 구동계와;

상기 시료대의 상기 기준 평면내의 위치를 계속하는 위치 계속 수단과;

상기 위치 계속 수단의 출력을 모니터하면서 상기 구동계를 통해 기관 스테이지의 위치를 제어하는 스테이지 제어계와;

상기 투영 광학계의 광축 부근에서 상기 감광 기관의 상기 광축 방향의 위치를 검출하는 초점 검출계와;

상기 패턴상이 투영되는 상기 감광 기관상의 노광 영역을 설정하는 가변시야 조리개과;

상기 투영 광학계의 최량 결상면을 검출하는 제 2초점 검출계와;

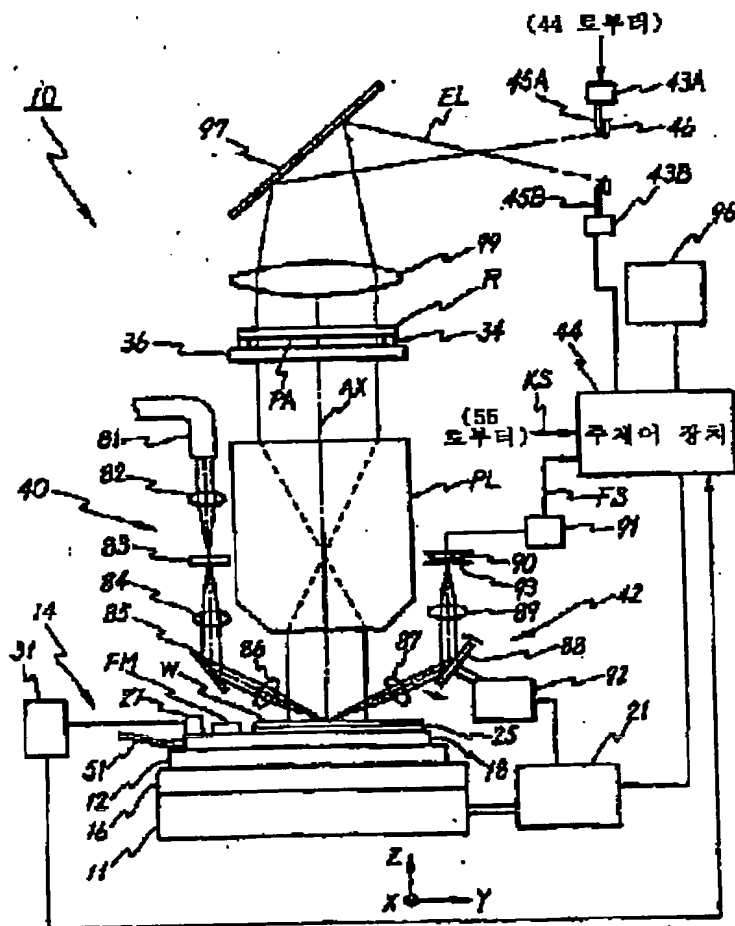
상기 가변시야 조리개의 설정 정보에 근거하여 상기 가변시야 조리개에서 설정된 상기 노광 영역내의 복수점의 상기 투영 광학계의 상면 만곡 데이터를 상기 제 2초점 검출계를 사용하여 계속하는 상면 만곡 계속 수단과;

상기 상면 만곡 데이터에 근거하여 상기 노광 영역내의 합초위치와 상기 초점 검출계의 검출 중심 부근에서의 상기 투영 광학계의 합초위치와의 차분을 연산하는 연산수단;

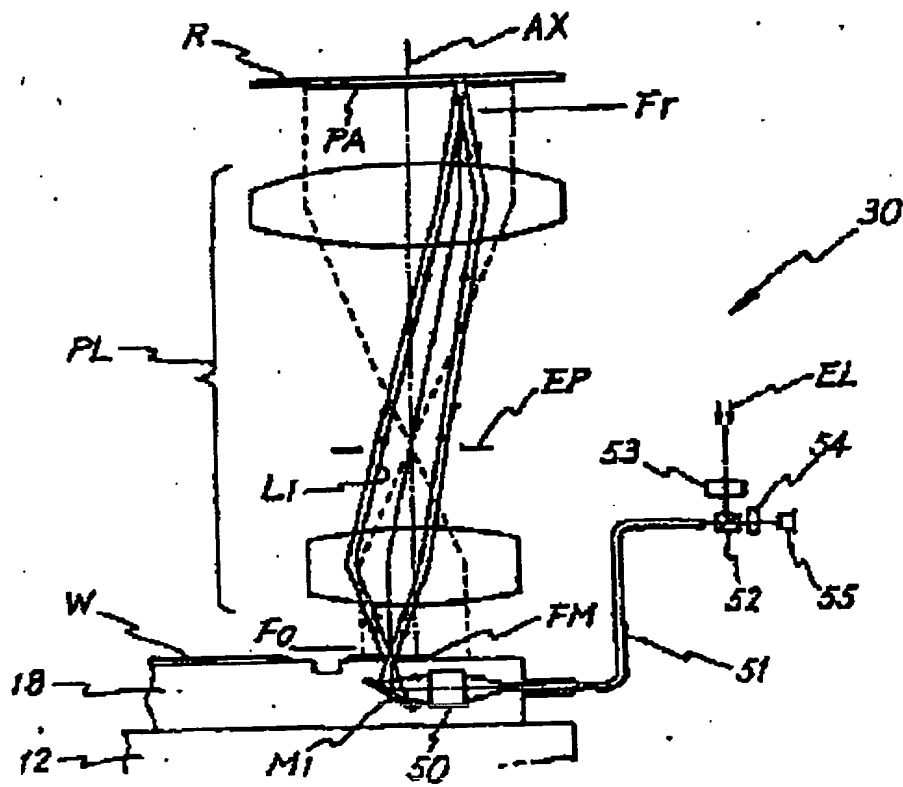
상기 가변시야 조리개의 설정 정보에 근거하여, 상기 스테이지 제어계를 통해 상기 상기 가변시야 조리개에서 설정된 상기 노광 영역의 중심점이 상기 초점 검출계의 검출 중심에 일치하도록 상기 감광 기관을 위치결정하고, 상기 차분을 이용하여 상기 초점 검출계를 조정하여 초점 위치 맞춤을 행하는 제어수단을 가지는 것을 특징으로 하는 투영 노광 장치.

도면

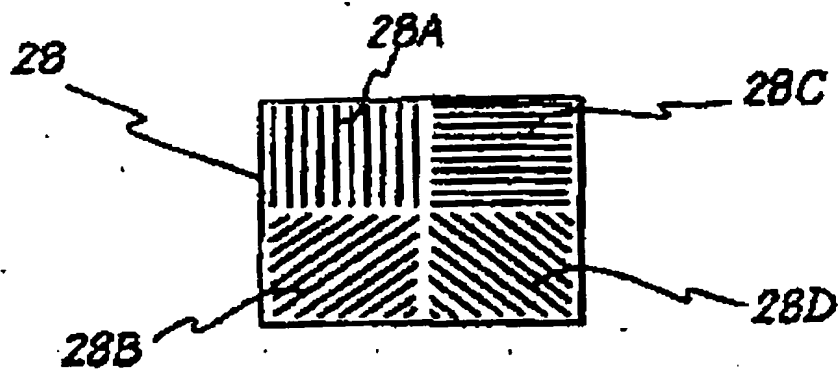
도면1



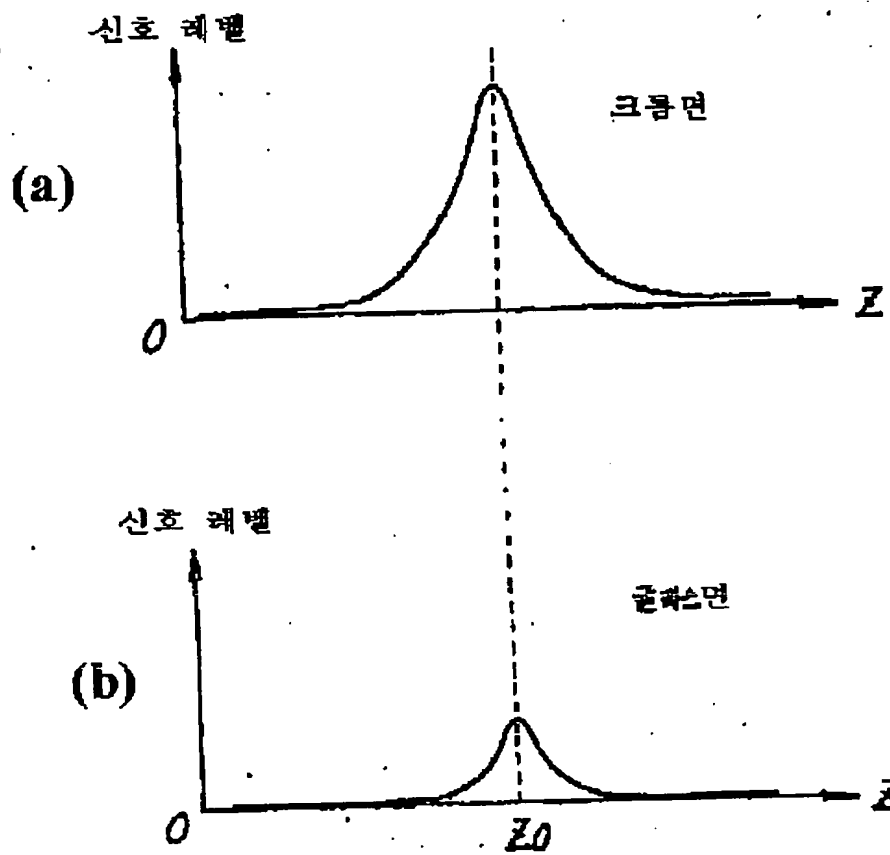
도면2



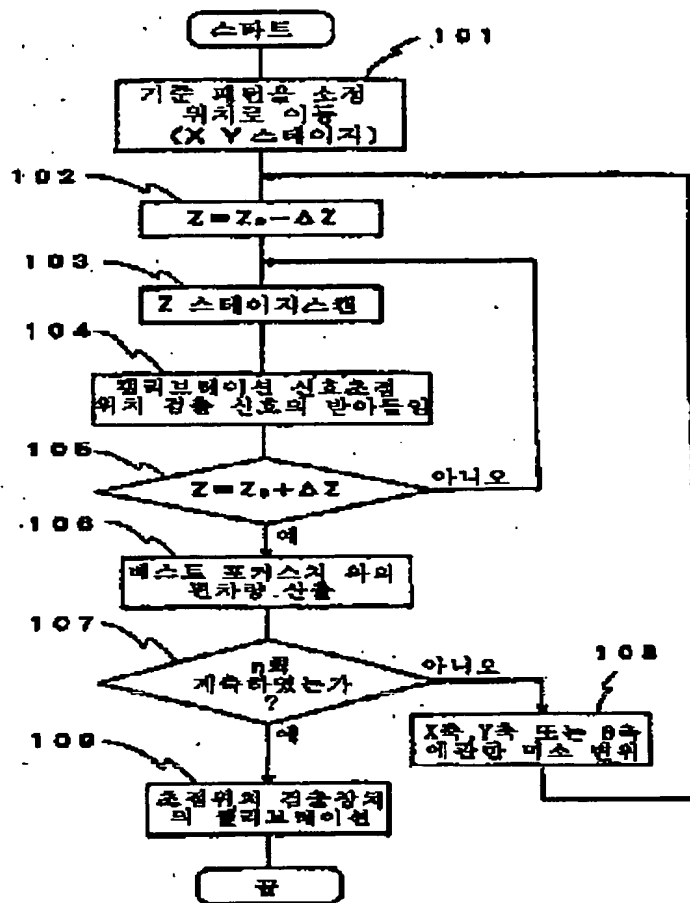
도면3



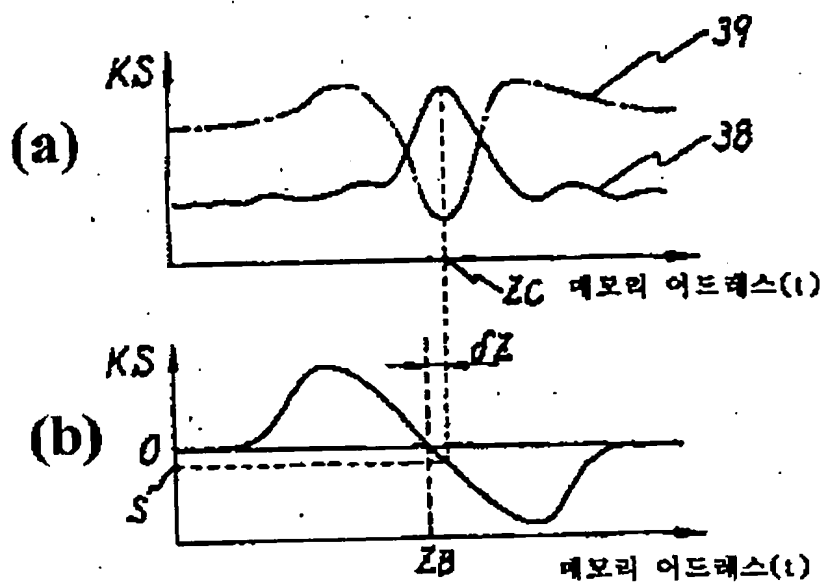
도면4



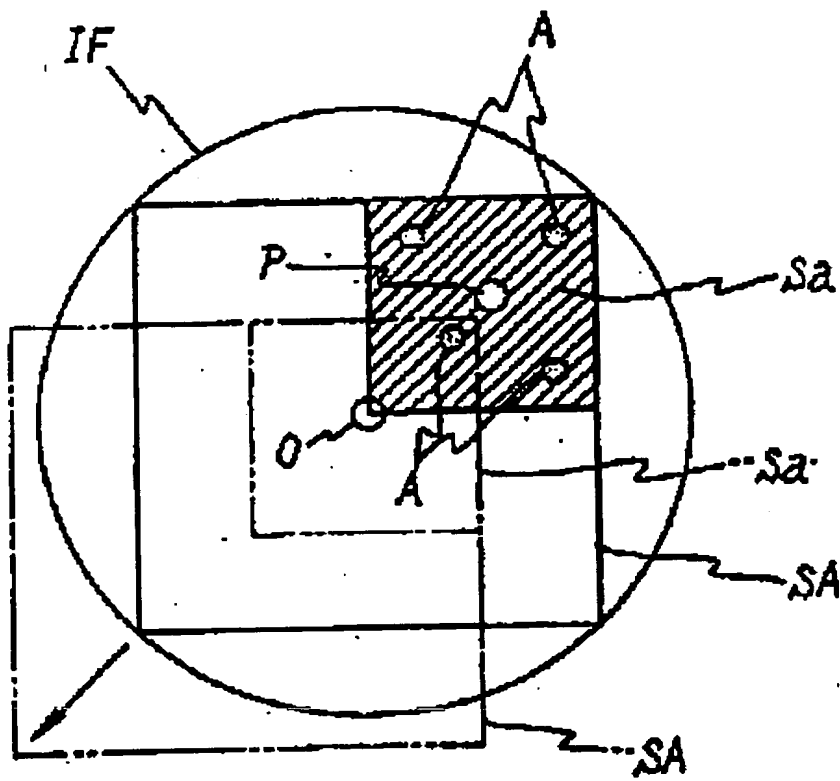
도면5



도면6



도면 7



EPB

